DISSERTATIONS-AUSZUG

Bau und Bildung von Kiefer und Radula bei Gastropoden, insbesondere auf Grund von histochemischen Untersuchungen

Auszug aus der Inaugural-Dissertation desselben Titels
der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen

vorgelegt von
Eva Sick, geb. Griesinger
geboren am 21. Mai 1929 in Ulm/Donau

Tag der mündlichen Prüfung: 12. November 1959
Dekan: Professor Dr. H. Krüger
1. Referent: Professor Dr. G. Krause
2. Referent: Professor Dr. K. G. Grell

Ein Exemplar der vollen Dissertation in Maschinenschrift und ein Kleinfilmnegativ und -positiv (Format 24x36 mm) befinden sich in der Universitätsbibliothek in Tübingen. Der Positivfilm kann in der Universitätsbibliothek benutzt werden. Auf Wunsch gibt die Universitätsbibliothek Positivkopien zu dem jeweils gültigen Kostensatz ab.

7436

Um Einsichten in die sinnvolle Konstruktion des Freßapparates und seine regenerative Erhaltung zu gewinnen, wurden Kiefer, Stützknorpel und Radulascheide mit Papillenzapfen mikroskopisch-anatomisch untersucht bei den Prosobranchia *Patella, Haliotis, Fissurella, Viviparus, Natica, Pterotrachea, Murex,* und *Nassa,* bei *Aplysia* als Vertreter der Opistobranchia und bei den Pulmonata *Lymnaea und Helix.* Histochemische und polarisationsoptische Befunde wurden insbesondere bei *Patella, Aplysia* und *Helix* gewonnen. Zur Färbung wurden überwiegend Dreifarbenmethoden angewendet, die Schlüsse auf die Sklerotisierung des Chitinproteins der kutikularen Gebilde erlauben. Die histochemischen Versuche zielten auf den Nachweis von Desoxyribonucleinsäure, alkalische Phosphatase, Fett, Glykogen, Calcium, Eisen, Fluor. Dabei wurden die einschlägigen von LISON (1953) angegebenen Verfahren angewendet. Außerdem wurden verschiedene Nachweismethoden mit Hilfe der Mikroveraschung den gegebenen Erfordernissen angepaßt. Leicht schematisierte Sagittalschnitte der untersuchten Kiefer, Detailbild aus Stützknorpel und Papillenzapfen und Sagittalschnitte durch das blinde Ende der Radulascheide von *Patella, Aplysia* und *Helix* dienen neben Photogrammen histochemischer Befunde zur Erläuterung.

Die „Napfschnecke" *Patella,* ein Weidegänger auf Felsen, weist eine besonders intensive Verkalkung und Verkieselung des Kiefers und der Radulazähne auf. Die Radulamembran ist einschichtig, im ganzen prosklerotisiert und mineralisiert. Das Endepithel der Radulascheide zeigt keine auffällige Arbeitsteilung der Bildungszellen und eine geringe Differenzierung der Epidermisderivate. Die Radula wächst durch Auffalten der distal verlängerten Cuticula zu einer Zahnanlage ohne Basalplatte. Die Zellen des Oberepithels stocken diese Zahnanlage auf und modellieren sie ebenso wie die Zahnbasis und die Oberseite der Radulamembran. Sklerotisierung und Mineralisierung der ziemlich langen Radula sind vorn weiter fortgeschritten als hinten. Die Epithelzellen stellen sich allmählich auf eine neue Funktion um. Daher sind viele Zellen am gleichen Arbeitsgang mit relativ geringer Eigenleistung beteiligt.

Der „Seehase" *Aplysia,* ein Algenfresser mit Gaumenzähnchen und Kaumagen, besitzt paarige flache Kieferplatten aus dicht gepackten Stäbchen, die sogleich prosklerotisiert und allmählich vollsklerotisiert werden. Am Odontoblastenpolster sind nur wenige großkernige Bildungszellen beteiligt, während das Regenerationsepithel am äußersten Ende der Radulascheide auffällig entwickelt ist und Sekretfäden gegen das Lumen hin ausscheidet. Nach dem Aufrichten und Aufschieben einer Zahnanlage und einer Basalplatte wird die Basalplattenzelle zur Membranbildungszelle. Durch Deformation, Auflegen und vielleicht auch Abbau werden die Zähne modelliert. Sklerotisierung und Verkalkung beginnen auf der Oberseite der Radula inselartig in der Membran und in den jungen Zähnen. Das Oberepithel liegt mundwärts nur noch in Form von Zahnhauben in Nischen des zu Netzzellen abgewandelten Bindegewebes.

Die an der „Weinbergschnecke" *Helix* erhobenen histologischen Befunde stimmen im allgemeinen mit den inzwischen von MÄRKEL veröffentlichten überein und ergänzen sie noch durch histochemische Untersuchung und Mikroincineration. Das Odontoblastenpolster ist nicht so großkernig wie bei *Aplysia,* das Radulawachstum erfolgt aber in ähnlicher Weise.

Die anderen Objekte wurden nicht so intensiv untersucht, konnten aber in eine vergleichende Betrachtung einbezogen werden. Ganz allgemein kann Folgendes hervorgehoben werden.

Die *Epidermis* von Mund- und Pharynxhöhle kann, ohne besonders differenziert zu sein, eine mitunter recht dicke und plastische Cuticula abscheiden oder auch spezifische Strukturelemente, nämlich stehende Stäbchen und Zahnanlagen oder liegende Lamellen und Membranschichten produzieren. Aus ihnen bauten sich nicht nur die Kiefer und ihre Ersatzgebilde sondern auch die komplizierte Radula auf. Alle diese Epidermisderivate, Cuticula, Kiefer, Gaumenzähnchen, Radulazähne, Radulamembran und ihr Orbis sind Chitinprotein–Abscheidungen, die in gewissen Bereichen und in bestimmter Reihenfolge prosklerotisiert werden können, wie man aus ihrer Fuchsinophilie schließen darf. Kiefer- und Zahnschneiden werden meistens unfärbbar und sind dann vollsklerotisiert. Außerdem werden bei histochemischen Reaktionen und Mikroincineration Mineralsalze angetroffen.

Das *Bindegewebe* in Pharynxwand, Papillenzapfen und Stützknorpel zeigt Übergangsreihen von plasmaarmen zu plasmareichen und von runden zu sternförmigen Zellen, die in eine homogene Grundsubstanz mit gebündelten oder verfilzten Fasern eingebettet sind. Das Bindegewebe erreicht einerseits im Papillenzapfen, andererseits im Stützknorpel seine mächstigste Ausbildung und kann mit Muskelfasern vermengt sein.

Die rundlichen Bindegewebszellen besitzen Calciumphosphat und Glykogen. Die langgestreckten, Fasern ähnlichen Zellen sind frei von diesen Stoffen. In den Muskelfasern des Zapfens kann man alkalische Phosphatase, Calciumphosphat und Glykogen nachweisen.

Die statisch–mechanische Leistung des *Stützknorpels* wird bald mehr durch reichliche Grundsubstanz zwischen den Bindegewebszellen, bald mehr durch Turgor chondroider Zellen erreicht, der mehr oder weniger dünne Wände spannt. Eingestreute Muskelfasern erlauben bei Opistobranchia und Pulmonata auch aktive Verformung des Stützknorpels neben Verlagerungen durch die ansitzende Pharynxmuskulatur. Die von Chondromucoid durchtränkten Fibrillen der „Knorpel"-Zellen bilden mit den Kollagenfibrillen des Perichondriums, der Knorpelbildungszone, eine Einheit und stellen den zugfesten Teil des Knorpels dar. Alle diese Fibrillen zeigen sich im polarisierten Licht einachsig doppelbrechend und sind umgeben von einer amorphen Kittsubstanz. Positiv doppelbrechend in Bezug zur Länge der fasrigen Fibrillen ist die Bindegewebshülle des Perichondrium. Positiv doppelbrechend in Bezug zur Länge der Zelle sind die chondroiden Zellen der Pharynxwand und die blasigen Stützknorpelzellen. In den Knorpelzellen findet man neben Calciumphosphat, alkalischer Phosphatase und Glykogen bei *Patella* Eisen und bei *Helix* Fetttröpfchen und Pigmente.

Die *Muskulatur* am Pharynx und im Stützknorpel besitzt keine spezifischen histologischen Merkmale. Sie ist bei *Helix, Lymnaea* und *Patella* auch im polarisierten Licht glatt. „Kontraktionsknoten," die als gewaltsame Verkürzungen bei der Fixierung auftreten können, täuschen eine Querstreifung vor. Reichlich Phosphatase und viel Glykogen sind im ganzen Plasma der Pharynx- und Knorpelmuskulatur verteilt anzutreffen.

Die *Kiefer* sind bei primitiven Prosobranchia paarige Stäbchenstrukturen, die unter der Cuticula aus Sekretfäden oder sogar chitinisierten Zellteilen als Säulchen angelegt werden. Als andersartige Bildungen dürfen geschichtete Gaumenzähnchen (*Pterotrachea*) und auch die lamellösen oder aus Schuppen bestehenden Kiefer der Pulmonaten angesehen werden. Durch Abnützen, Epithelfalten und Schubbewegungen über das Epithel hinweg kann der Kiefer seine charakteristische Form erhalten. Die plastische Cuticula füllt Nischen am Kieferrand und kann wie der Kiefer selbst prosklerotisiert werden. Zumindest die Kieferschneide ist vollsklerotisiert und mehr oder weniger mineralisiert. Hauptmineralstoff ist Calciumphosphat; alkalische Phosphatase strahlt vom Epithel stäbchensaumartig in die frisch abgeschiedenen Kieferstäbchen und auch in die unmittelbar benachbarte Cuticula ein. Besonders in der Kieferschneide von *Patella* ist zusätzlich Siliciumdioxyd und Eisenphosphat eingelagert. Im *Helix*- und *Lymnaea*-Kiefer wurde Fluor angetroffen. Im polarisierten Licht ist dieser lamellöse Kiefer ein einheitliches Gebilde.

Die *Radula* erhält ihre charakteristische Konstruktion in der Radulascheide unter Mitwirkung aller Epithelzellen. Bei primitiven Prosobranchia ist die Spezialisierung von Ober-, Unter- und Endepithel gering, bei Opisthobranchia und Pulmonta ist sie groß. Wenige Bildungszellen für Zahnsockel, Zahnbasalplatte und Radulamembran lassen sich unterscheiden, von Endepithelzellen, die Procuticulafäden ausscheiden, und unspezialisierten an der Grenze zum Oberepithel, die mitotisch tätig sind. Auch im Unterepithel können terminal Mitosen beobachtet werden; vielleicht wandeln sich in solchen Fällen die erschöpften Radulabildungszellen nicht in Unterepithel um. Zahnsockel und Zahnbasalplatte bilden im polarisierten Licht eine positiv doppelbrechende Einheit in Bezug zur Zahnlängsrichtung; die vom Oberepithel aufgesetzte Zahnmasse ist dagegen negativ doppelbrechend in Bezug zur Fibrillenlänge im Zahnsockel. Die Radulamembran ist aus chitinösen Lamellen zusammengesetzt und negativ doppelbrechend bezüglich ihrer Längsrichtung, kann aber in ihrer Unterschicht (bei *Helix* im Abstand von 30 μ) helle positiv doppelbrechende Querstriche, vielleicht von Lipoiden, aufweisen. Während die Odontoblasten in ihrem apikalen Zellpol alkalische Phosphatase, körniges Calciumphosphat, Fett und Glykogen enthalten können, sind die übrigen Endepithelzellen, welche bezüglich der Längsrichtung ihrer Sekret-„Wimpern" positiv doppelbrechende Procuticula ausscheiden, frei von diesen Stoffen.

Das *Oberepithel* kann mit seinen Zotten an die Zähne und bis zur Radulamembran reichen und organische und anorganische Stoffe auf- und einlagern, besonders eine „Schmelzschicht" von Chitinprotein aufsetzen und Eiweiß, Glykogen und etwas Fett sowie Calciumphosphat und evtl. Fluorid einlagern. Unter der Wirkung der alkalischen Phosphatast schreitet die Verkalkung sowohl von der Zahnspitze als auch von der Zahnperipherie nach innen fort. Die Radulamembran wird vom Oberepithel mehr als vom Unterepithel her strukturell beeinflußt. Alkalische Phosphatase, Calciumphosphat, eisenhaltige Granula und Glykogen strahlen stäbchensaumartig vom apikalen Pol des Unterepithels her in die Membran ein. Ober- und Unterepithel enthalten selbst doppelbrechende Anteile.